



# 参考資料10

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-68416

(43) 公開日 平成11年(1999)3月9日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H01P 3/12  
1/02

識別記号

F I

H01P 3/12  
1/02

A  
B

審査請求 未請求 請求項の数3

O L

(全6頁)

(21) 出願番号 特願平9-226174

(22) 出願日 平成9年(1997)8月22日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地

(72) 発明者 竹之下 健

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式  
会社総合研究所内

(72) 発明者 内村 弘志

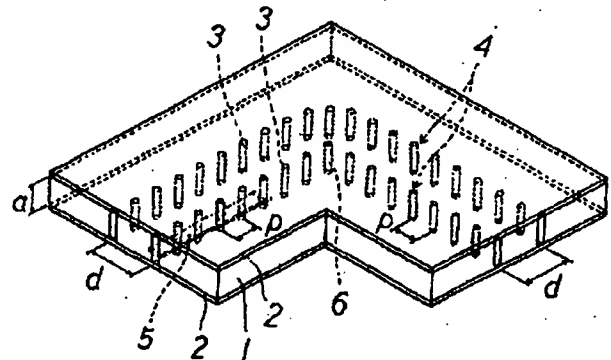
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式  
会社総合研究所内

(54) 【発明の名称】 誘電体導波管線路

(57) 【要約】

【課題】 従来の誘電体導波管線路では伝送線路中に屈曲部がある場合、屈曲部から電磁波の放射が起こり、高周波信号の伝送損失が大きくなる。

【解決手段】 誘電体基板1を挟持する一対の導体層2と、遮断波長の2分の1以下の繰り返し間隔 $p$ で、かつ一定の幅 $d$ で形成された2列の貫通導体群4とを具備し、2列の貫通導体群4がその一部に屈曲部を有し、屈曲部に位置する一方の列は1つの貫通導体6を屈曲点とした折れ線状に、他方の列は1つの貫通導体6を中心とし、一定の幅 $d$ を半径とする円弧状に形成されている誘電体導波管線路である。屈曲部における電磁波の放射がほとんど無く、高周波信号を低伝送損失で伝送できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 誘電体基板を挟持する一対の導体層と、高周波信号の伝送方向に前記高周波信号の遮断波長の 2 分の 1 以下の繰り返し間隔で、かつ前記伝送方向と直交する方向に一定の幅で前記導体層間を電気的に接続するよう形成された 2 列の貫通導体群とを具備し、前記導体層および前記貫通導体群に囲まれた領域によって高周波信号を伝送する誘電体導波管線路であって、前記 2 列の貫通導体群はその一部に屈曲部を有し、該屈曲部に位置する一方の列は 1 つの貫通導体を屈曲点とした折れ線状に形成されており、他方の列は前記 1 つの貫通導体を中心とし、前記一定の幅を半径とする円弧状に形成されていることを特徴とする誘電体導波管線路。

【請求項 2】 誘電体基板を挟持する一対の導体層と、高周波信号の伝送方向に前記高周波信号の遮断波長の 2 分の 1 以下の繰り返し間隔で、かつ前記伝送方向と直交する方向に一定の幅で前記導体層間を電気的に接続するよう形成された 2 列の貫通導体群とを具備し、前記導体層および前記貫通導体群に囲まれた領域によって高周波信号を伝送する誘電体導波管線路であって、前記 2 列の貫通導体群はその一部に屈曲部を有し、該屈曲部に位置する一方の列は 1 つの貫通導体を屈曲点とした折れ線状に形成されており、他方の列は前記一方の列の前記屈曲点を頂点とし前記一定の幅を高さとする二等辺三角形の底辺に対応する折れ線状に形成されていることを特徴とする誘電体導波管線路。

【請求項 3】 誘電体基板を挟持する一対の導体層と、高周波信号の伝送方向に前記高周波信号の遮断波長の 2 分の 1 以下の繰り返し間隔で、かつ前記伝送方向と直交する方向に一定の幅で前記導体層間を電気的に接続するよう形成された 2 列の貫通導体群とを具備し、前記導体層および前記貫通導体群に囲まれた領域によって高周波信号を伝送する誘電体導波管線路であって、前記 2 列の貫通導体群は、その各列が同心円弧状に配列された屈曲部を有することを特徴とする誘電体導波管線路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、マイクロ波帯やミリ波帯等の高周波信号を伝達するための誘電体導波管線路に関するものである。

## 【0002】

【従来技術】 マイクロ波帯やミリ波帯等の高周波信号を扱う高周波回路において高周波信号を伝送するための伝送線路には小型で伝送損失が小さいことが求められており、特に回路を構成する基板上または基板内に形成できると小型化の面で有利となることから、従来、そのような伝送線路としてストリップ線路やマイクロストリップ線路・コブレナ線路・誘電体導波管線路などが用いられてきた。

【0003】 これらのうちストリップ線路・マイクロ

トリップ線路・コブレナ線路は誘電体基板と導体層から成る信号線路とグランド導体層とで構成されており、信号線路とグランド導体層の周囲の空間および誘電体中を高周波信号の電磁波が伝播するものであるが、これらの線路は 30GHz 帯域までの信号伝送に対しては問題ないが、30GHz 以上では伝送損失が生じやすい。

【0004】 これに対して導波管型の線路は 30GHz 以上のミリ波帯域においても伝送損失が小さい点で有利であり、このような導波管の優れた伝送特性を活かし、多層基板内に形成可能な線路も提案されている。

【0005】 例えば特開平 6-53711 号公報において、誘電体基板を一対の導体層で挟み、さらに導体層間を接続する 2 列の複数のビアホールによって側壁を形成した導波管線路が提案されている。この導波管線路によれば、誘電体材料の四方を導体層とビアホールによる疑似的な導体壁で囲むことによって導体壁内の領域を信号伝送用の線路としたものであり、構成がいたって簡単となって装置全体の小型化も図り得るというものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 一般に、高周波回路を構成する場合、伝送線路の配線回路において屈曲部を設けることが避けられないことが多い。

【0007】 ところが、特開平 6-53711 号公報に提案されたような誘電体導波管線路において、その一対の導体層と 2 列のビアホールによる疑似的な導体壁で囲まれた信号伝送用の線路に単純に屈曲部を設けた場合、電磁界に乱れが生じることから、伝送損失が大きくなるという問題点があった。

【0008】 本発明は上記事情に鑑みて案出されたものであり、その目的は、伝送線路に屈曲部が存在しても高周波信号の電磁波の放射・漏洩が無く、伝送損失が小さい良好な伝送特性を有する誘電体導波管線路を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明者等は、上記の問題点に対して検討を重ねた結果、誘電体導波管線路について、誘電体基板中に設けた 2 列のビアホール群の上下をこれらビアホール群と電気的に導通した一対の導体層で完全に覆って形成される構造の伝送線路に設けた屈曲部において 2 列のビアホール群のビアホールの配列を所定の配列構造とすることにより、伝送線路に屈曲部が存在しても高周波信号の電磁波の放射・漏洩がほとんど無く、低伝送損失の良好な伝送特性とできることを見いだした。

【0010】 本発明の誘電体導波管線路は、誘電体基板を挟持する一対の導体層と、高周波信号の伝送方向に前記高周波信号の遮断波長の 2 分の 1 以下の繰り返し間隔で、かつ前記伝送方向と直交する方向に一定の幅で前記導体層間を電気的に接続するよう形成された 2 列の貫通導体群とを具備し、前記導体層および前記貫通導体群に

囲まれた領域によって高周波信号を送送する誘電体導波管線路であって、前記2列の貫通導体群はその一部に屈曲部を有し、この屈曲部に位置する一方の列は1つの貫通導体を屈曲点とした折れ線状に形成されており、他方の列は前記1つの貫通導体を中心とし、前記一定の幅を半径とする円弧状に形成されていることを特徴とするものである。

【0011】また、本発明の誘電体導波管線路は、誘電体基板を挟持する一対の導体層と、高周波信号の伝送方向に前記高周波信号の遮断波長の2分の1以下の繰返し間隔で、かつ前記伝送方向と直交する方向に一定の幅で前記導体層間を電氣的に接続するよう形成された2列の貫通導体群とを具備し、前記導体層および前記貫通導体群に囲まれた領域によって高周波信号を送送する誘電体導波管線路であって、前記2列の貫通導体群はその一部に屈曲部を有し、この屈曲部に位置する一方の列は1つの貫通導体を屈曲点とした折れ線状に形成されており、他方の列は前記一方の列の前記屈曲点を頂点とし前記一定の幅を高さとする二等辺三角形の底辺に対応する折れ線状に形成されていることを特徴とするものである。

【0012】また、本発明の誘電体導波管線路は、誘電体基板を挟持する一対の導体層と、高周波信号の伝送方向に前記高周波信号の遮断波長の2分の1以下の繰返し間隔で、かつ前記伝送方向と直交する方向に一定の幅で前記導体層間を電氣的に接続するよう形成された2列の貫通導体群とを具備し、前記導体層および前記貫通導体群に囲まれた領域によって高周波信号を送送する誘電体導波管線路であって、前記2列の貫通導体群は、その各列が同心円弧状に配列された屈曲部を有することを特徴とするものである。

【0013】本発明の誘電体導波管線路によれば、誘電体基板を挟持する一対の導体層と、高周波信号の伝送方向に前記高周波信号の遮断波長の2分の1以下の繰返し間隔で、かつ前記伝送方向と直交する方向に一定の幅で前記導体層間を電氣的に接続するよう形成された2列の貫通導体群とを具備することから、これら導体層と貫通導体群がそれぞれ誘電体導波管のE面とH面もしくはH面とE面に平行な疑似的な導体壁にあたる部分を形成する。従って、誘電体基板を用いた平板構造で誘電体導波管に類似した特性を有する高周波信号用の伝送線路を得られる。

【0014】そして、本発明の誘電体導波管線路によれば、伝送線路の配線において屈曲部を設けるに際し、2列の貫通導体群を前記特定構造に配列することにより、屈曲部における電磁波の放射がほとんど無く、伝送損失が小さく良好な伝送特性を有するものとなる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面を参照しながら説明する。図1および図2は、それぞれ本発明の誘電

体導波管線路の実施の形態の一例を説明するための概略斜視図およびその平面図である。これらの図において、1は誘電体基板、2は誘電体基板1を挟持する一対の導体層、3は一対の導体層2間を電氣的に接続するよう形成された貫通導体であり、4は高周波信号の伝送方向にその高周波信号の遮断波長の2分の1以下の繰返し間隔 $p$ で、かつその伝送方向と直交する方向に一定の幅 $d$ で貫通導体3を配設することにより形成された2列の貫通導体群である。

【0016】図1によれば、所定の厚み $a$ の平板状の誘電体基板1を挟持する位置に一対の導体層2・2が形成されている。導体層2・2は誘電体基板1の少なくとも伝送線路形成位置を挟む上下面に形成されている。また、導体層2・2間には導体層2・2間を電氣的に接続する貫通導体3が多数設けられている。これら貫通導体3は、図1および図2に示すように、高周波信号の伝送方向すなわち線路形成方向にこの線路により伝送される高周波信号の遮断波長の2分の1以下の所定の繰返し間隔 $p$ で、かつ前記伝送方向と直交する方向に所定の一定の間隔(幅) $d$ をもって2列に形成されることにより、伝送線路となる貫通導体群4を形成している。

【0017】平行に配置された一対の導体層2・2間にはTEM波が伝播できるため、貫通導体群4の各列における貫通導体3の間隔 $p$ が遮断波長の2分の1よりも大きいと、この線路に電磁波を給電してもここで作られる疑似的な導波管に沿って伝播しなくなる。しかし、貫通導体3の間隔 $p$ が遮断波長の2分の1以下であると電氣的な側壁を形成することとなって、電磁波は伝送線路に対して垂直方向に伝播することができず、反射しながら伝送線路方向に伝播されることとなる。その結果、このような構造の導体層2と貫通導体群4とにより囲まれる断面積が $a \times d$ のサイズの領域により誘電体導波管と非常に良く類似した良好な伝送特性が得られる。

【0018】ここで、誘電体基板1の厚み $a$ に対する制限は特にないが、シングルモードで用いる場合には前記一定の幅 $d$ に対して2分の1程度または2倍程度とすることがよく、図1の例では誘電体導波管のH面とE面に当たる部分が各々導体層2と貫通導体群4で形成され、幅 $d$ に対して厚み $a$ を2倍程度とすれば、誘電体導波管のE面とH面に当たる部分が各々導体層2と貫通導体群4で形成されることとなる。

【0019】なお、5は貫通導体群4の各列を形成する貫通導体3同士を電氣的に接続する補助導体層であり、所望により適宜形成される。また、この図1および図2の例では貫通導体群4は2列に形成したが、この貫通導体群4を4列あるいは6列に配設して貫通導体群4による疑似的な導体壁を2重・3重に形成することにより、導体壁からの電磁波の漏れをより効果的に防止することもできる。

【0020】このような導波管線路構造によれば、誘電

体基板 1 の比誘電率を  $\epsilon_r$  とすると導波管サイズは通常の導波管の  $1/\epsilon_r^{1/2}$  の大きさになる。従って、誘電体基板 1 を構成する材料を比誘電率の大きいものとするほど、導波管サイズを小さくすることができ、高密度に配線が形成される多層配線基板または半導体素子収納用パッケージの伝送線路として利用可能な大きさとなる。

【0021】また、図 1 および図 2 に示すように、本発明の誘電体導波管線路はその伝送線路である貫通導体群 4 の一部に屈曲部を有し、この屈曲部の内側に位置する一方の列は 1 つの貫通導体 6 を屈曲点とした折れ線状に形成されており、外側に位置する他方の列はこの 1 つの貫通導体 6 を中心とする円弧状に形成されていることを特徴とするものである。そのような屈曲部は、例えば図 2 に示すような構造で構成される。

【0022】図 2 に記載される通り、屈曲部においては高周波信号の伝送方向に直交する線路の幅が一定の幅  $d$  となるように貫通導体群 4 が配置されており、屈曲部の内側に位置する貫通導体群 4 の列は 1 つの貫通導体 6 を屈曲点とした折れ線状となるように貫通導体 3 が配設され、他方、屈曲部の外側に位置する貫通導体群 4 の列は屈曲部の内側にあたる列の屈曲点である 1 つの貫通導体 6 を中心として半径  $d$  の円弧を描くように配置される。

【0023】なお、貫通導体群 4 を構成する貫通導体 3 は前述のように遮断波長の 2 分の 1 以下の繰返し間隔  $p$  で配設されており、この繰返し間隔  $p$  は良好な伝送特性を実現するためには一定の繰返し間隔とすることが望ましいが、遮断波長の 2 分の 1 以下の間隔であれば適宜変化させたりいくつかの値を組み合わせてもよいことは言うまでもない。従って、屈曲部の外側にあたる貫通導体群 4 の列を構成する貫通導体 3 の繰返し間隔  $p$  も、電磁波の放射を十分に抑制して良好な伝送特性を実現するためには一定の値とすることが望ましいが、同様に遮断波長の 2 分の 1 以下の値で種々変化させてもよいものである。

【0024】本発明における誘電体基板 1 としては、誘電体として機能し高周波信号の伝送を妨げるものではない特性を有するものであればとりわけ限定するものではないが、伝送線路を形成する際の精度および製造の容易性の点からは、誘電体基板 1 はセラミックスからなることが望ましい。

【0025】このようなセラミックスとしてはこれまで様々な比誘電率を持つセラミックスが知られているが、本発明の導波管線路によって高周波信号を伝送するためには常誘電体であることが望ましい。これは、一般に強誘電体セラミックスは高周波領域では誘電損失が大きく伝送損失が大きくなるためである。従って、誘電体基板 1 の比誘電率  $\epsilon_r$  は 4 ~ 100 程度が適当である。

【0026】また、一般に多層配線基板や半導体素子収納用パッケージに形成される配線層の線幅は最大でも 1 mm であることから、比誘電率が 100 の材料を用い、上

部が H 面すなわち磁界が上側の面に平行に巻く電磁界分布になるように用いた場合、用いることのできる最小の周波数は 15 GHz と算出され、マイクロ波帯の領域でも利用可能となる。一方、一般的に誘電体基板 1 として用いられる樹脂からなる誘電体は、比誘電率  $\epsilon_r$  が 2 程度であるため、線幅が 1 mm の場合、約 100 GHz 以上でないと利用することができないものとなる。

【0027】また、このような常誘電体セラミックスの中にはアルミナ・シリカ等のように誘電正接が非常に小さなものが多いが、全ての常誘電体セラミックスが利用可能であるわけではない。誘電体導波管線路の場合は導体による損失はほとんどなく、信号伝送時の損失のほとんどは誘電体による損失であり、誘電体による損失  $\alpha$  (dB/m) は下記のように表わされる。

$$\alpha = 27.3 \times \tan \delta / \lambda / \{1 - (\lambda / \lambda_c)^2\}^{1/2}$$

式中、 $\tan \delta$  : 誘電体の誘電正接

$\lambda$  : 誘電体中の波長

$\lambda_c$  : 遮断波長

規格化された矩形導波管 (WRJ シリーズ) 形状に準ずると、上式中の  $\{1 - (\lambda / \lambda_c)^2\}^{1/2}$  は 0.75 程度である。

【0028】従って、実用に供し得る伝送損失である 100 (dB/m) 以下にするには、下記の関係が成立するように誘電体を選択することが必要である。

$$f \times \epsilon_r^{1/2} \times \tan \delta \leq 0.8$$

式中、 $f$  は使用する周波数 (GHz) である。

【0030】このような誘電体基板 1 としては、例えばアルミナセラミックスやガラスセラミックス・窒化アルミニウムセラミックス等があり、例えばセラミックス原料粉末に適当な有機溶剤・溶媒を添加混合して泥漿状になすとともにこれを従来周知のドクターブレード法やカレンダーロール法等を採用してシート状となすことによって複数枚のセラミックグリーンシートを得、しかる後、これらセラミックグリーンシートの各々に適当な打ち抜き加工を施すとともにこれらを積層し、アルミナセラミックスの場合は 1500 ~ 1700℃、ガラスセラミックスの場合は 850 ~ 1000℃、窒化アルミニウムセラミックスの場合は 1600 ~ 1900℃の温度で焼成することによって製作される。

【0031】また、一対の導体層 2 としては、例えば誘電体基板 1 がアルミナセラミックスから成る場合、タングステン等の金属粉末に適当なアルミナ・シリカ・マグネシア等の酸化物や有機溶剤・溶媒等を添加混合してペースト状にしたものを厚膜印刷法により少なくとも伝送線路を完全に覆うようにセラミックグリーンシート上に印刷し、しかる後、約 1600℃の高温で焼成し、厚み 10 ~ 15  $\mu$ m 以上となるようにして形成する。なお、金属粉末としては、ガラスセラミックスの場合は銅・金・銀が、窒化アルミニウムセラミックスの場合はタングステン・モリブデンが好適である。また、導体層 2 の厚みは一般



的に5~50 $\mu$ m程度とされる。

【0032】また、貫通導体3としては、例えばビアホール導体やスルーホール導体等により形成すればよく、その断面形状も製作が容易な円形その他、矩形や菱形等の多角形であってもよい。これら貫通導体3は、例えばセラミックグリーンシートに打ち抜き加工を施して作製した貫通孔に前記導体層2と同様の金属ペーストを埋め込み、しかる後、誘電体基板1と同時に焼成し形成する。なお、貫通導体3は直径50~300 $\mu$ mが適当である。

【0033】次に、本発明の誘電体導波管線路の実施の形態の他の例を図3に図2と同様の平面図で示す。

【0034】図3に示す構造によれば、本発明の誘電体導波管線路はその伝送線路である貫通導体群4の一部に屈曲部を有し、屈曲部においては高周波信号の伝送方向に直交する線路の幅が一定の幅dとほぼ同じとなるように貫通導体群4が配置されており、この屈曲部の内側に位置する貫通導体群4の一方の列は図2と同様に1つの貫通導体7を屈曲点とした折れ線状に貫通導体3が配設されて形成されており、屈曲部の外側に位置する貫通導体群4の他方の列はこの1つの貫通導体7を頂点とし一定の幅dを高さとする二等辺三角形8の底辺8aに対応する折れ線状に貫通導体3が配設されて形成されていることを特徴とするものである。

【0035】図3に示す例は屈曲部の角を斜めにカットした形状であると言え、図2に示した例における屈曲部に比較して、屈曲部の製作が容易になるものである。

【0036】次に、本発明の誘電体導波管線路の実施の形態のさらに他の例を図4に図2・図3と同様の平面図で示す。

【0037】図4に示す構造によれば、本発明の誘電体導波管線路はその伝送線路である貫通導体群4の一部に屈曲部を有し、屈曲部においては高周波信号の伝送方向に直交する線路の幅が一定の幅dとほぼ同じとなるように貫通導体群4が配置されており、この屈曲部の内側に位置する貫通導体群4の一方の列はこの列の屈曲した内側の仮想的な中心点9を中心とし所定の半径rの円弧状に貫通導体3が配設されて形成されており、屈曲部の外側に位置する貫通導体群4の他方の列はこの中心点9を中心とし前記半径rに一定の幅dを加えた半径r+dの円弧状すなわち内側の列と同心の円弧状に貫通導体3が配設されて形成されていることによって、貫通導体群4の列の各列が同心円弧状に配列された屈曲部を有していることを特徴とするものである。

【0038】図4に示す例は屈曲部の内側・外側共に滑らかな形状に形成されるため、電磁界の乱れが非常に小さく、伝送損失が小さくなるという利点を有する。

【0039】

【実施例】図1および図2に示した構成の本発明の誘電体導波管線路について、屈曲部を含む伝送線路の伝送特性を有限要素法により計算した。導体層2および貫通導

体3の材料には導電率が $5.8 \times 10^7$  ( $1/\Omega\text{m}$ )の純銅を用い、誘電体基板1には比誘電率が5で誘電正接が0.001の、ほう珪酸ガラス75重量%とアルミナ25重量%とを焼成して作製したガラスセラミックス焼結体を用い、誘電体基板1の厚みa=1mm、貫通導体3の直径を0.16mm、貫通導体群4の繰返し間隔p=1.58mm、貫通導体群4の一定の幅d=2mm (WRJ-34規格対応)とし、線路の長さは30mmとしてSパラメータの周波数特性を算出した。

【0040】その結果、遮断周波数は約42GHzとなり、それ以上の周波数では信号が良好に透過することが分かった。また、屈曲部の出口では入口と同様な電界分布になっており、屈曲部が電界強度の分布に影響を与えるのは屈曲部内のみに限られ、屈曲部において伝送線路の外側に電界強度の分布は見られず、従って、屈曲部における電磁波の放射は無いことも分かった。

【0041】また、同様の構成の誘電体導波管線路試料を作製してその伝送特性を評価したところ、上記算出結果と同様の良好な伝送特性が得られた。

【0042】さらに、図3ならびに図4に示した構造の本発明の誘電体導波管線路についても同様に有限要素法による計算と作製した試料についての伝送特性の評価を行なったところ、いずれも屈曲部における電磁波の放射が無く良好な伝送特性を有することが確認できた。

【0043】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明の誘電体導波管線路によれば、誘電体基板を一对の導体層で挟持し、導波管線路の側壁を貫通導体群により形成することによって、従来のセラミックス積層技術を応用して容易に作製することができ、また、導波管線路の一部に設ける屈曲部の構成について、2列の貫通導体群を前述のように折れ線状と円弧状、あるいは折れ線状と折れ線状、あるいは同心円弧状に形成したことによって、屈曲部における電磁波の放射・漏洩による伝送損失をほとんど無くすることができ、高周波信号の良好な伝送特性を有する誘電体導波管線路を提供することができた。

【0044】中でも、誘電体基板に比誘電率の高いセラミックスを用いることによって、高密度配線の多層配線基板や半導体素子収納用パッケージ等に好適なものとなり、マイクロ波帯からミリ波帯まで安定した伝送特性の導波管線路を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の誘電体導波管線路の実施の形態の例を説明するための概略斜視図である。

【図2】本発明の誘電体導波管線路の実施の形態の例を説明するための図1の平面図である。

【図3】本発明の誘電体導波管線路の実施の形態の他の例を説明するための図2と同様の平面図である。

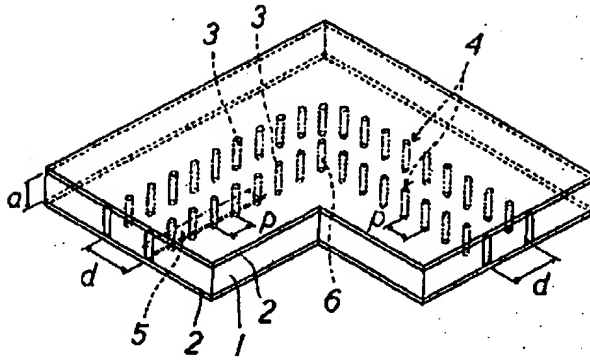
【図4】本発明の誘電体導波管線路の実施の形態のさらに他の例を説明するための図2と同様の平面図である。

## 【符号の説明】

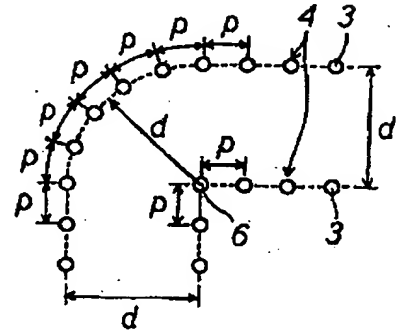
- 1 . . . . .誘電体基板  
2 . . . . .導体層  
3 . . . . .貫通導体

- 4 . . . . .貫通導体群  
6、7 . . . . .1つの貫通導体（屈曲点）  
8 . . . . .二等辺三角形  
8 a . . . . .底辺

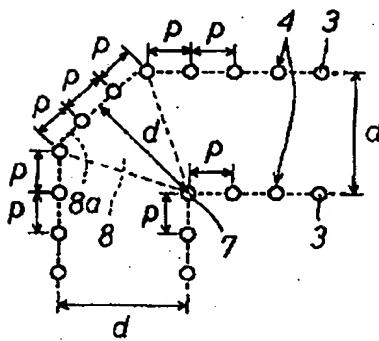
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

